

2. Una indústria de galvanoplàstia genera aigües residuals que contenen una concentració molt alta de l'ió Zn^{2+} . Per a eliminar una bona part d'aquest ió, aquesta empresa industrial opta per addicionar a les aigües residuals una solució bàsica que el precipiti en forma de $Zn(OH)_2$.

a) Calculeu la solubilitat del $Zn(OH)_2$ a 25 °C, expressada en mol/L.

[1 punt]

b) A quin pH cal ajustar les aigües residuals quan provoquem la precipitació del $Zn(OH)_2$ si volem que les aigües residuals que genera aquesta indústria de galvanoplàstia continguin, com a màxim, 800 mg/m³ de Zn^{2+} ?

[1 punt]

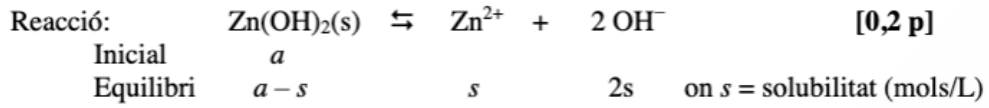
DADES: Massa atòmica relativa: Zn = 65,4.

Constant del producte de solubilitat del $Zn(OH)_2$ a 25 °C: $K_{ps} = 3,3 \times 10^{-17}$.

Constant d'ionització de l'aigua a 25 °C: $K_w = 1,0 \times 10^{-14}$.

Solució:

Pregunta 2a



Expressió de la constant de solubilitat:

$$K_{ps} = [\text{Zn}^{2+}] [\text{OH}^-]^2 \quad [0,2 \text{ p}]$$

Introduïm la solubilitat a l'expressió anterior:

$$K_{ps} = (s) \cdot (2s)^2 = 4s^3 \quad [0,3 \text{ p}]$$

$$s = (K_{ps} / 4)^{1/3}$$

$$s = (3,3 \times 10^{-17} / 4)^{1/3}$$

$$\Rightarrow s \text{ (solubilitat)} = 2,02 \times 10^{-6} \text{ mol/L} \quad [0,3 \text{ p}]$$

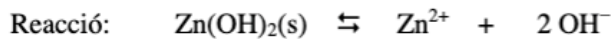
Pregunta 2b

Calculem la concentració màxima de Zn^{2+} (en mol/L) que volem en l'aigua residual

$$(800 \text{ mg } Zn^{2+}) / (1 \text{ m}^3 \text{ de solució}) \times (1 \text{ g } Zn^{2+} / 1000 \text{ mg } Zn^{2+}) \times (1 \text{ mol } Zn^{2+} / 65,4 \text{ g } Zn^{2+}) \times \\ \times (1 \text{ m}^3 \text{ solució} / 1000 \text{ dm}^3 \text{ solució}) \times (1 \text{ dm}^3 \text{ solució} / 1 \text{ L solució}) =$$

$$= 1,223 \cdot 10^{-5} \text{ mol / L de } Zn^{2+} \quad [0,2 \text{ p}]$$

Calculem la concentració de OH^-



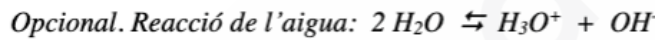
Expressió de la constant de solubilitat: $K_{ps} = [Zn^{2+}] [OH^-]^2$

Obtenim la concentració de OH^- perquè es compleixi la K_{ps} amb la concentrada màxima de Zn^{2+} que volem a la solució (la solució estaria saturada):

$$[OH^-] = (K_{ps} / [Zn^{2+}])^{1/2} = (3,3 \times 10^{-17} / 1,223 \cdot 10^{-5})^{1/2}$$

$$[OH^-] = 1,6426 \times 10^{-6} \text{ mol/L} \quad [0,5 \text{ p}]$$

Calculem el pH



$$K_w = [H_3O^+] [OH^-] = 1,0 \cdot 10^{-14}$$

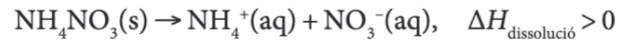
$$\Rightarrow [H_3O^+] = K_w / [OH^-] = 1,0 \cdot 10^{-14} / 1,6426 \cdot 10^{-6} = 6,088 \times 10^{-9} \text{ mol/L}$$

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 6,088 \times 10^{-9}$$

$$pH = 8,2 \quad [0,3 \text{ p}]$$

- És correcte si calculen el pOH a partir de la concentració d'ions hidròxid, i després el pH amb l'equació: $pH + pOH = 14$.

3. Per al tractament de les molèsties causades pels cops, es fan servir unes bosses que s'escalfen o que es refreden instantàniament. En el cas de les bosses que es refreden, acostumen a contenir nitrat d'amoni i aigua disposats en compartiments separats; quan colpegem la bossa, les dues substàncies entren en contacte i es produeix el procés de dissolució següent:



- a) Expliqueu el procediment experimental que seguiríeu al laboratori per a determinar l'entalpia de dissolució del nitrat d'amoni en aigua, i indiqueu el nom de tot el material de laboratori que utilitzaríeu. Quines mesures experimentals i quines altres dades necessitem per a calcular l'entalpia d'aquest procés de dissolució?

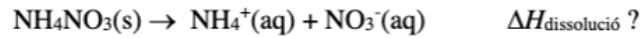
[1 punt]

- b) Supposeu que en el procés de refredament de la bossa es dissolen 5 g de nitrat d'amoni en 180 g d'aigua. Justifiqueu, a partir del model d'àcids i bases de Brønsted-Lowry, si la solució resultant serà àcida, neutra o bàsica. Raoneu si el pH augmentarà o disminuirà si dissolem el doble de grams de nitrat d'amoni en la mateixa quantitat d'aigua, suposant que el volum total de la solució no varia.

[1 punt]

Solució:

Pregunta 3a



Procediment experimental per determinar $\Delta H_{\text{dissolució}}$:

En un calorímetre hi col·loquem un determinat volum d'aigua (o una determinada massa d'aigua) i mesurem la temperatura inicial. Posteriorment, afegim una determinada massa de NH_4NO_3 sòlid al calorímetre. Agitem ràpidament la mescla per dissoldre tot el sòlid, tapem el calorímetre i esperem un temps fins que la temperatura que ens marca el termòmetre deixi de baixar (s'estabilitzi). Mesurem aquesta temperatura final.

[0,4 p]

- Suposem que el calorímetre no absorbeix calor (aquesta consideració no cal que s'expliciti)

Material:

- Calorímetre (per exemple un vas de plàstic amb tapa i aïllat).
- Termòmetre.
- Balança (i pipeta o proveta si mesurem el volum d'aigua).

[0,3 p]

Mesures experimentals que necessitem

- Massa de NH_4NO_3 i massa o volum de l'aigua.
- Temperatura inicial de l'aigua, i temperatura final de la solució una vegada s'ha estabilitzat.

[0,2 p]

Altres dades que necessitem per calcular la $\Delta H_{\text{dissolució}}$

- Capacitat calorífica de la solució

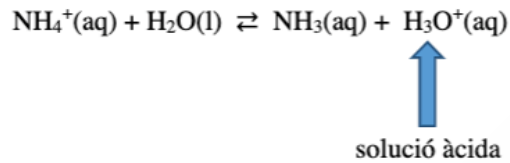
[0,1 p]

Pregunta 3b

Solució formada: àcida, neutra o bàsica? Justificació (model Bronsted- Lowry) [0,7 p]

Reacció de dissolució de la sal: $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$

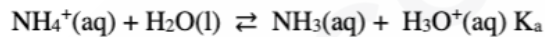
Dels dos ions, NH_4^+ i NO_3^- , **només té reacció d'hidròlisi l'ió amoni, NH_4^+** . Aquest ió, segons el model de Bronsted-Lowry, **actua com a àcid i amb aigua cedeix H^+ generant ions H_3O^+ , que fa que la solució final sigui àcida** (a més de formar amoníac, que és la base feble conjugada).



Opcional: l'ió nitrat no té ni caràcter àcid ni bàsic; si amb aigua captés ions H^+ generariem un àcid fort (HNO_3), però aquest no es forma mai en solució aquosa.

Com es modificaria el pH de la solució si doblem la quantitat de NH_4NO_3 [0,3 p]

Tenim l'equilibri següent de l'ió amoni en aigua:



Si en una reacció en equilibri augmentem la quantitat d'un reactiu, la reacció es desplaça cap a la formació de productes. En aquesta reacció, si dissolem més massa de nitrat d'amoni, estem augmentant la concentració d'ions amoni, els quals generen una concentració més alta d'ions H_3O^+ .

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

Si $[\text{H}_3\text{O}^+]$ augmenta \Rightarrow **pH disminueix**